



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 103 07 856 A1 2004.09.02

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: 103 07 856.8  
(22) Anmeldetag: 25.02.2003  
(43) Offenlegungstag: 02.09.2004

(51) Int Cl.<sup>7</sup>: H01M 8/24

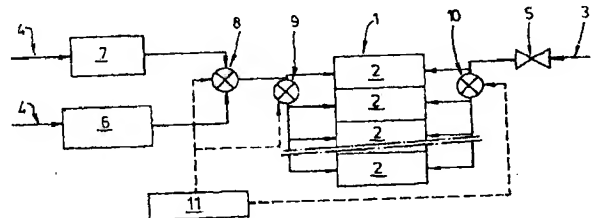
(71) Anmelder:  
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

(72) Erfinder:  
Faye, Ian, 70192 Stuttgart, DE; Gottwick, Ulrich,  
70192 Stuttgart, DE; Saliger, Rainer, 71691  
Freiberg, DE; Graehn, Jan-Michael, 71706  
Markgröningen, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: Brennstoffzellenanlage

(57) Zusammenfassung: Es wird eine Brennstoffzellenanlage, wobei eine Brennstoffzelleneinheit (1) wenigstens zwei seriell und/oder parallel gekoppelte Brennstoffzellenelemente (2) zur Umwandlung von chemischer Energie in elektrische Energie umfasst und eine elektronische Steuereinheit (11) zur Steuerung der Brennstoffzellenanlage vorgesehen ist, vorgeschlagen, die gegenüber dem Stand der Technik vor allem im Teillastbetrieb einen höheren Wirkungsgrad der chemischen Umformung und ein gutes dynamisches Verhalten aufweist. Dies wird erfindungsgemäß dadurch erreicht, dass die Steuereinheit (11) zur Steuerung einzelner Brennstoffzellenelemente (2) ausgebildet ist.



## Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Brennstoffzellenanlage, wobei eine Brennstoffzelleneinheit wenigstens zwei seriell und/oder parallel gekoppelte Brennstoffzellenelemente zur Umwandlung chemischer Energie in elektrische Energie umfasst, nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

## Stand der Technik

[0002] Besonders im Zusammenhang mit künftigen Fahrzeugkonzepten gewinnt die Brennstoffzellentechnologie immer mehr an Bedeutung. Brennstoffzellen bieten die Möglichkeit, chemisch gebundene Energie direkt in elektrische Energie umzuwandeln, die anschließend beispielsweise mit Hilfe eines Elektromotors in mechanische Antriebsenergie überführt werden kann. Daneben kann die elektrische Energie der Brennstoffzelle gegebenenfalls zur Versorgung unterschiedlichster Verbraucher sowohl für mobile als auch für stationäre Anwendungen verwendet werden.

[0003] In vielen Fällen ist man dazu übergegangen, Wasserstoff angereicherten Brennstoff für die Brennstoffzelleneinheit aus Kohlenwasserstoffen wie Erdgas, Benzin, Diesel oder dergleichen zu gewinnen. Hierzu wird eine entsprechende Umformeinheit zur Umformung von kohlenwasserstoffhaltigen Stoffgemischen zu einem Wasserstoff angereicherten Fluid verwendet. Hierfür können verschiedene Verfahren eingesetzt werden, so zum Beispiel die autotherme Reformierung, Dampfreformierung, partielle Oxidation oder dergleichen.

[0004] Im Allgemeinen handelt es sich bei einer Brennstoffzelleneinheit um eine elektrische und/oder elektrochemische Verschaltung bzw. Koppelung mehrerer Einzelzellen. Neben der elektrischen Verschaltung umfasst eine Brennstoffzelleneinheit auch eine Struktur, die der Versorgung der Elektroden mit Edukten und dem Abtransport von Produkten dient. Zu einer Brennstoffzellenanlage zählen neben der Brennstoffzelleneinheit auch entsprechende Peripheriekomponenten, die beispielsweise zur Gasverbzw. Gasentsorgung, zum Wärmemanagement und zur Regelungstechnik bzw. Steuerung benötigt werden.

[0005] In der Praxis sind derzeit unterschiedlichste Bezeichnungen sowohl für die Brennstoffzelleneinheit als auch für die einzelnen Brennstoffzellen gebräuchlich. Im Nachfolgenden soll unter dem Begriff Brennstoffzelleneinheit insbesondere auch die Begriffe (Gesamt-) Brennstoffzellenstack oder Brennstoffzellenstapel und unter dem Begriff Brennstoffzellenelement insbesondere die einzelne (Teil-) Brennstoffzelle oder Teilstack verstanden werden. Wesentlich hierbei ist, dass unter der Brennstoffzelleneinheit eine serielle und/oder parallele Schaltung bzw. Koppelung einzelner Brennstoffzellenelemente im Sinn der Erfindung zu verstehen ist.

[0006] Bei Fahrzeuganwendungen unterliegen die Brennstoffzellenanlagen einer großen Lastspreizung vom Leerlauf bis zur Maximallast sowie zahlreichen Lastwechseln. Im Allgemeinen werden die Brennstoffzellenanlagen, insbesondere die Brennstoffzelleneinheit einschließlich der Peripheriekomponenten auf die maximal benötigte Leistung ausgelegt. Brennstoffzelleneinheiten weisen bei relativ kleinen Lasten einen höheren Wirkungsgrad als bei maximaler Belastung auf. Dagegen weist die gesamte Brennstoffzellenanlage aufgrund der Peripherie im untersten Leistungsbereich einen geringeren Wirkungsgrad auf als im kleinen und mittleren Leistungsbereich.

[0007] Beispielsweise werden im Stillstand des Antriebsmotors zur Versorgung der Bordnetzkomponenten mit Strom bzw. zur Fahrzeugklimatisierung lediglich relativ geringe Leistungen, z.B. im Bereich von 0 bis 5 kW, von der Brennstoffzellenanlage zur Verfügung gestellt. Dagegen werden zur Bereitstellung der Antriebsenergie des Elektromotors Leistungen im Bereich von bis zu 70 kW und mehr benötigt.

[0008] Bei Antriebssystemen wird die Brennstoffzellenanlage im Allgemeinen bei erhöhten Drücken von etwa bis zu 3 bar betrieben, um die spezifische Leistung des Systems zu erhöhen und die Komponenten-dimensionierung gering zu halten. Gerade diese Druck erzeugenden Komponenten weisen häufig für die in der Teillast erforderlichen Massenströme einen sehr geringen Wirkungsgrad auf, was den Gesamtsystemwirkungsgrad vor allem in der für die Versorgung der Bordnetzsysteme relevanten Leistungs-kategorie stark reduziert.

[0009] Darüber hinaus reduziert sich der Gesamtsystemwirkungsgrad im Teillastbetrieb aufgrund des Kühlkreislaufes des Systems zusätzlich.

[0010] Weiterhin sind die relativ geringen Strömungsgeschwindigkeiten im Teillastbetrieb von Nachteil, da hierdurch vor allem die Verzögerungszeit bei Lastwechseln hochgesetzt und auf Grund dessen das dynamische Verhalten des Gesamtsystems bzw. der Brennstoffzellenanlage entscheidend verschlechtert wird.

## Aufgabenstellung

[0011] Aufgabe der Erfindung ist es demgegenüber, eine Brennstoffzellenanlage, wobei eine Brennstoffzelleneinheit wenigstens zwei seriell und/oder parallel gekoppelte Brennstoffzellenelemente zur Umwandlung von chemischer Energie in elektrische Energie umfasst und eine elektronische Steuereinheit zur Steuerung der Brennstoffzellenanlage vorgesehen ist, vorzuschlagen, die gegenüber dem Stand der Technik vor allem im Teillastbetrieb einen höheren Gesamtwirkungsgrad und ein gutes dynamisches Verhalten aufweist.

[0012] Diese Aufgabe wird, ausgehend von einer Brennstoffzellenanlage der einleitend genannten Art, durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

[0013] Durch die in den Unteransprüchen genannten Maßnahmen sind vorteilhafte Ausführungen und Weiterbildungen der Erfindung möglich.

[0014] Dementsprechend zeichnet sich eine erfindungsgemäße Brennstoffzellenanlage dadurch aus, dass die Steuereinheit zur Steuerung einzelner Brennstoffzellenelemente ausgebildet ist. Mit Hilfe der vorteilhaft ausgebildeten Steuereinheit gemäß der Erfindung kann eine Anpassung an unterschiedlichste Teillastbetriebsweisen der gesamten Brennstoffzellenanlage mit im Vergleich zum Stand der Technik erhöhtem Gesamtwirkungsgrad realisiert werden. Entsprechend kann die Brennstoffzellenanlage insbesondere im Leerlauf, Stand-By-Betrieb, Notbetrieb, unteren Leistungsbereich, u.s.w. gemäß der Erfindung vorteilhaft betrieben werden.

[0015] Vorzugsweise ist wenigstens ein Stellglied zum Steuern von Stoffströmen einzelner Brennstoffzellenelemente vorgesehen. In vorteilhafter Weise ist das Stellglied zwischen zwei Brennstoffzellenelementen angeordnet. Möglicherweise ist jeweils ein Stellglied zum Steuern eines einzelnen Stoffstroms wie des Reduktionsmittels oder des Oxidationsmittels pro Brennstoffzellenelement vorgesehen. Im Allgemeinen sind mindestens zwei Stellglieder für das Reduktionsmittels sowie das Oxidationsmittel und gegebenenfalls wenigstens ein drittes Stellglied für das Kühlmittel für jeweils ein einzelnes Brennstoffzellenelement vorgesehen. Hierdurch sind sowohl das Anodengas als auch das Kathodengas und das Kühlmittel weitestgehend unabhängig voneinander steuerbar.

[0016] In einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist das Stellglied als Steuerventil, Drosselventil oder dergleichen ausgebildet. Hierdurch wird ermöglicht, dass bereits vorhandene, handelsübliche Standardkomponenten gemäß der Erfindung einsetzbar sind, was insbesondere eine wirtschaftlich besonders günstige Ausführungsform der Erfindung gewährleistet.

[0017] In einer besonderen Weiterbildung der Erfindung sind wenigstens zwei Brennstoffzellenelemente mit signifikant unterschiedlichen, maximalen elektrischen Leistungen vorgesehen. Die entsprechend unterschiedlichen Brennstoffzellenelemente können in bevorzugter Weise bei unterschiedlichsten Teillastbedingungen einzeln oder in Kombination miteinander eingesetzt werden. Dies ermöglicht in vorteilhafter Weise eine relativ fein abgestufte Steuerung bzw. Betriebsweise der Brennstoffzelleneinheit. Gegebenenfalls ist der Unterschied der einzelnen Brennstoffzellenelemente mindestens 5 %, 10 %, 20 % oder mehr bezogen auf die maximale Leistung. Möglicherweise weisen die Brennstoffzellenelemente aufgrund von Herstellungs toleranzen und/oder entsprechender Auswahl bereits signifikant unterschiedliche maximale elektrische Leistungen auf. Hierdurch können Brennstoffzellenelemente mit vorteilhaft großer Toleranz hergestellt werden, wodurch diese besonders wirtschaftlich herstellbar sind.

[0018] Vorzugsweise werden die "schlechteren" Brennstoffzellenelemente bzw. Brennstoffzellenelemente mit geringerer Leistung im Vergleich zu den "guten" Brennstoffzellenelementen mit höherer Leistung seltener betrieben, so dass sich die Lebensdauer der gesamten Brennstoffzelleneinheit in vorteilhafter Weise verlängert. Das heißt, die "guten" Brennstoffzellenelemente werden sowohl in der Teillast- als auch in Volllast betrieben, wobei die "schlechten" Brennstoffzellenelemente vor allem im Volllastbereich zusätzlich betrieben werden. Dies ist insbesondere deshalb von Vorteil, da über die gesamte Lebensdauer betrachtet "schlechtere" Brennstoffzellenelemente im Allgemeinen mit weniger Betriebsstunden betrieben werden können als "gute".

[0019] Vorteilhafterweise sind wenigstens zwei Brennstoffzellenelemente mit unterschiedlichen katalytischen Belegungen vorgesehen. Beispielsweise können die unterschiedlichen katalytischen Belegungen aus unterschiedlichen Materialien bzw. Materialzusammensetzungen oder Legierungen bestehen. Hierdurch können durch vorteilhafte Wahl der Materialien bzw. Materialzusammensetzungen einzelne Brennstoffzellen auf unterschiedlichste Anforderungen bzw. Eigenschaften oder Betriebszustände ausgelegt werden. Gemäß der Erfindung können die einzelnen, unterschiedlichen Brennstoffzellenelemente mit Hilfe der vorteilhaften Steuereinheit einzeln angesteuert werden.

[0020] In einer besonderen Weiterbildung der Erfindung weisen die unterschiedlichen Brennstoffzellenelemente wenigstens unterschiedliche Mengen der katalytischen Belegungen auf. Beispielsweise sind unterschiedliche Belegungen der katalytischen Belegung vorgesehen. Mit Hilfe der unterschiedlichen Mengen der katalytischen Belegungen kann eine Anpassung an unterschiedlichste Belastungen bzw. Betriebszustände und/oder eine vorteilhafte Beeinflussung der Lebensdauer der einzelnen Brennstoffzellenelemente realisiert werden. Dementsprechend weisen Brennstoffzellenelemente, die vergleichsweise häufig betrieben werden, eine relativ große Menge bzw. Beladung der katalytisch aktiven Belegung auf. Dagegen weisen einzelne Brennstoffzellenelemente, die vergleichsweise selten, d.h. relativ kurz, in Betrieb sein werden, vergleichsweise geringe Mengen bzw. Beladungen der katalytisch aktiven Belegung auf, so dass gerade diese Brennstoffzellenelemente wirtschaftlich besonders günstige herstellbar sind.

[0021] In einer besonderen Weiterbildung der Erfindung ist wenigstens eine Druckerzeugungseinheit zur Erzeugung von wenigstens zwei unterschiedlichen Arbeitsdrücken vorhanden. Beispielsweise wird wenigstens im Teillast-, Leerlauf-, Stand-By-Betrieb oder dergleichen mittels der erfindungsgemäßen Druckerzeugungseinheit ein vergleichsweise geringer Druck der Betriebsstoffströme bzw. einzelner Betriebsstoffströme und in einem Volllastbetrieb wird ein relativ hoher Druck der Betriebsstoffströme mittels der Druckerzeugungseinheit erzeugt. Hierdurch kann

in vorteilhafter Weise eine Anpassung der spezifischen Leistung des Systems an die Anforderungen der verschiedensten Betriebszustände erfolgen. Vorzugsweise umfasst die Druckerzeugungseinheit wenigstens eine Hochdruck- und eine Niederdruckervorrichtung, wodurch eine vorteilhafte Anpassung der sogenannten parasitären Lasten des Gesamtsystems realisierbar ist.

[0022] Bei zwei separaten, unabhängigen Druckerzeugungseinheiten ist besonders von Vorteil, dass jede einzelne Druckerzeugungskomponente an den vorgegebenen Einsatzbereich bzw. Lastbereich weitgehend optimal anpassbar ist, wodurch sich entsprechende Leistungsverluste bzw. parasitäre Lasten weiter reduzieren. Beispielsweise ist als Hochdruckervorrichtung ein Kompressor oder dergleichen vorgesehen, der beispielsweise etwa 3 bar Druck erzeugen kann. Als Niederdruckervorrichtung kann beispielsweise ein vergleichsweise einfach ausgebildeter Lüfter oder dergleichen vorgesehen werden. Denkbar hierfür ist auch der Einsatz eines relativ klein dimensionierten Zweitkompressors mit vergleichsweise geringem, zu erzeugendem Druck bei hohem Wirkungsgrad. Vorzugsweise wird mittels der Niederdruckervorrichtung lediglich ein Weiterleiten der Betriebsstoffströme, ohne nennenswerte Druckerhöhung gegenüber dem atmosphärischen Druck verwirklicht.

[0023] In einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist eine Strom oder wärme geführte Betriebsweise der Brennstoffzellenanlage vorgesehen. Vor allem bei einem Betrieb der Brennstoffzelleneinheit zur Erzeugung der Antriebsenergie für einen Elektromotor oder für die Versorgung von Verbrauchern insbesondere eines Fahrzeugs bzw. zum Laden dementsprechenden Batterie ist eine Strom geführte Betriebsweise vorgesehen. Hierbei erfolgt die Steuerung bzw. Regelung als Funktion des Strombedarfs des gesamten Systems.

[0024] Dagegen wird bei einer Wärme geführten Betriebsweise mittels der Steuereinheit gemäß der Erfindung eine Regelung bzw. Steuerung als Funktion des Wärmebedarfs des Gesamtsystems vorgesehen. Diese Betriebsweise ist unter anderem zur Beheizung einzelner Komponenten und/oder des Innenraums eines Fahrzeugs von besonderem Vorteil. Hierbei wird insbesondere ein möglichst kleines, d.h. mit vergleichsweise geringer maximaler Leistung ausgebildetes Brennstoffzellenelement angesteuert, wobei die benötigte elektrische Leistung aus diesem kleinen Brennstoffzellenelement zu entnehmen ist. Hierdurch wird der Wirkungsgrad des angesteuerten Brennstoffzellenelementes in Bezug zur elektrischen Stromerzeugung verschlechtert, was sich in einer vermehrten, anteiligen Wärmeproduktion auswirkt. Überschüssige elektrische Leistung kann entweder in eine Batterie eingespeist oder über einen elektrischen Zuheizung in zusätzliche Wärme umgewandelt werden.

[0025] Generell kann eine Brennstoffzellenanlage

gemäß der Erfindung als elektrische Energieerzeugungsanlage zum Erzeugen der Antriebsenergie eines Fahrzeugs mit Hilfe eines Elektromotors als auch in Kombination mit einem Verbrennungsmotor, insbesondere Benzin- oder Dieselmotor, als sogenannte APU verwendet werden. Bei der letztgenannten Variante ist die Brennstoffzellenanlage im Wesentlichen zur Versorgung einzelner Komponenten des Fahrzeugs unter anderem im Stillstand des Verbrennungsmotors und/oder zur Unterstützung der Lichtmaschine vorgesehen.

[0026] Beispielsweise kann eine Brennstoffzelleneinheit gemäß der Erfindung als sogenannte PEM-, Festoxid (SOFC), Schmelzkarbonat (MCFC), phosphorsäure (PAFC), alkalische (AFC) oder Direkt Methanol-Brennstoffzelleneinheit (DMFC) ausgebildet werden.

[0027] Grundsätzlich kann die Steuereinheit gemäß der Erfindung neben der Steuerung des Kathodenfluids bzw. Anodenfluids vor allem auch zur Steuerung der Kühlung bzw. des Kühlmittelkreislaufes mit einem entsprechenden Kühlmittel ausgebildet werden. Der Kühlmittelkreislauf weist gemäß der Erfindung hierfür entsprechende Stellglieder zum Steuern des Kühlmittels der einzelnen Brennstoffzellenelemente auf.

[0028] In vorteilhafter Weise wird insbesondere das von den Stoffströmen bzw. Betriebsstoffströmen der Brennstoffzelleneinheit beaufschlagte Volumen durch eine Ansteuerung der einzelnen Brennstoffzellenelemente gemäß der Erfindung wirkungsvoll verringert, so dass generell ein verbessertes dynamisches Verhalten des Gesamtsystems verglichen mit dem Stand der Technik vor allem im Teillastbetrieb erreicht wird.

#### Ausführungsbeispiel

[0029] Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird in der Zeichnung dargestellt und anhand der einzigen Figur nachfolgend näher erläutert.

[0030] In Fig. 1 ist ein Verfahrensfließbild für eine Betriebsstoffzufuhr einer Brennstoffzellenanlage schematisch dargestellt. Hierbei umfasst eine Brennstoffzelleneinheit 1 mehrere Brennstoffzellenelemente 2. Die Brennstoffzellenelemente 2 bzw. Teilstacks 2 sind ohne nähere Darstellung seriell und/oder parallel elektrisch miteinander verschaltet bzw. verkoppelt.

[0031] Bezüglich eines Anodenfluids 3 und eines Kathodenfluids 4 werden die einzelnen Brennstoffzellenelemente 2 parallel angeströmt. Beim Anodenfluid 3 handelt es sich bei derzeitigen Systemen häufig um ein wasserstoffhaltiges Gas 3 und beim Kathodenfluid 4 z.B. um Luft 4.

[0032] Mit Hilfe eines Ventils 5, das beispielsweise als Druckregelventil 5 ausgebildet ist, wird der Zufluss des Anodengases 3 bzw. der Anodenflüssigkeit 3 geregelt bzw. gesteuert. Gegebenenfalls wird das Anodengas 3 mit Hilfe eines nicht näher dargestellten Reformers oder dergleichen On-Board eines Fahr-

zeugs erzeugt und/oder mittels einem Tank On-Board gespeichert. Häufig wird hierbei das Anodengas 3 bereits mit Druck beaufschlagt, so dass mittels dem Ventil 5 und ohne nähere Darstellung mittels einer Steuerung der Arbeitsdruck des Anodengases 3 in Abhängigkeit des Betriebszustandes einzustellen ist.

[0033] Das Kathodengas 4 wird beispielsweise mittels einem Kompressor 6 während eines regulären Fahrbetriebs bzw. Vollastbetriebs der Brennstoffzelleneinheit 1 zugeführt. Im Teillastbetrieb, Stand-By-Betrieb, u.s.w. wird das Kathodengas 4 mittels einem Lüfter 7 der Brennstoffzelleneinheit 1 zugeführt. Zur Steuerung der unterschiedlichen Betriebszustände ist ein Steller 8 vorgesehen, mit dem vom Kompressorbetrieb auf Lüfterbetrieb und umgekehrt umgestellt werden kann.

[0034] Der Lüfterbetrieb ist insbesondere beim Stillstand des Fahrzeugs bzw. bei abgeschaltetem Elektroantriebsmotor vorgesehen, was über eine entsprechende Sensorik detektiert wird. Hierbei kann der für den Teillastbetrieb überdimensionierte Kompressor 6 abgestellt werden, was den Leistungsverbrauch zum Transport des Kathodengases 4 deutlich verringert. Im Allgemeinen wird der Lüfter 7 insbesondere auf die bei Leistungsanforderungen von etwa 2 bis 5 kW notwendigen Luftmassenströme 4 ausgelegt, wobei ein signifikanter Druckaufbau nicht zwingend notwendig ist.

[0035] Vor allem zur Vereinfachung des elektrischen Energiemanagements und des Thermomanagements in einem Fahrzeug beim Stillstand des Antriebs, Notbetrieb des Systems, etc. kann gemäß der Erfindung lediglich ein Teil 2 der Brennstoffzelleneinheit 1 mit Betriebsstoffen 3, 4 versorgt werden. Dies wird gemäß Fig. 1 beispielsweise durch ein Blockieren der einzelnen Stacksegmente 2 bzw. Brennstoffzellenelemente 2 mit Stellern 9, 10 verwirklicht. Ohne nähere Darstellung wird ein bei Brennstoffzelleneinheiten 1 üblicher Kühlmittelkreislauf gemäß der Erfindung derart ausgebildet, dass einzelne Brennstoffzellenelemente 2 entsprechend angesteuert bzw. gekühlt werden können. Hierfür sind ohne nähere Darstellung entsprechende Steller vorzusehen.

[0036] Generell wird durch die einzelne Ansteuerung der Brennstoffzellenelemente 2 eine Reduktion der Ausgangsspannung von ca. 400 V auf beispielsweise 42 V bzw. 14 V und unter anderem das Umpumpen von kleineren Mengen an Kühlfüssigkeit realisiert. Dementsprechend wird in vorteilhafter Weise eine Reduzierung der parasitären Lasten sowie eine Erhöhung des dynamischen Verhaltens des gesamten Systems erreicht.

[0037] Grundsätzlich kann eine Kombination aus Druckabsenkung und Abschaltung bzw. Sperren von Stackteilsegmenten 2 der Brennstoffzelleneinheit 1 zur Gewährleistung eines möglichst effizienten Wirkungsgrads des Gesamtsystems sowohl für Brennstoffzellenantriebssysteme als auch für sogenannte APU-Systeme eingesetzt werden.

[0038] Beispielsweise wird die Niederdruckbetriebsweise bzw. die Abkopplung eines Teils 2 der Brennstoffzelleneinheit 1 in vorteilhafter Weise zum Starten der Brennstoffzelleneinheit 1 verwendet. Hierbei kann mittels einer entsprechenden, nicht näher dargestellten Heizeinheit das einzelne Brennstoffzellenteilstack 2 vergleichsweise schnell und mit relativ wenig Energie auf Betriebstemperatur erwärmt werden. Das zuerst in Betrieb genommene Brennstoffzellenteilstack 2 erzeugt im Betrieb Abwärme, die in besonders eleganter Weise zur Erwärmung der anderen Brennstoffzellenelemente 2 zu verwenden ist. Hierdurch wird die zusätzlich notwendige Heizenergie gegenüber dem Stand der Technik deutlich reduziert.

[0039] In Fig. 1 ist weiterhin ein Steuergerät 11 dargestellt, das lediglich aus Gründen der Übersichtlichkeit mit den Stellern 8, 9 und 10 mittels einer Punktlinie verbunden ist. Die Punktlinie symbolisiert die Ansteuerung bzw. Regelung der Steller 8, 9, 10. Darüber hinaus ist das Steuergerät in vorteilhafter Weise zur Steuerung bzw. Regelung weiterer oder aller Komponenten einer Brennstoffzellenanlage bzw. eines Fahrzeugs verwendbar.

### Patentansprüche

1. Brennstoffzellenanlage, wobei eine Brennstoffzelleneinheit (1) wenigstens zwei seriell und/oder parallel gekoppelte Brennstoffzellenelemente (2) zur Umwandlung von chemischer Energie in elektrische Energie umfasst und eine elektronische Steuereinheit (11) zur Steuerung der Brennstoffzellenanlage vorgesehen ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuereinheit (11) zur Steuerung einzelner Brennstoffzellenelemente (2) ausgebildet ist.
2. Brennstoffzellenanlage nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass wenigstens ein Stellglied (8, 9, 10) zum Steuern von Stoffströmen (3, 4) einzelner Brennstoffzellenelemente (2) vorgesehen ist.
3. Brennstoffzellenanlage nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Stellglied (8, 9, 10) zwischen zwei Brennstoffzellenelementen (2) angeordnet ist.
4. Brennstoffzellenanlage nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Stellglied (8, 9, 10) als Steuerventil (8, 9, 10) ausgebildet ist.
5. Brennstoffzellenanlage nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass wenigstens zwei Brennstoffzellenelemente (2) mit unterschiedlichen, maximalen elektrischen Leistungen vorgesehen sind.
6. Brennstoffzellenanlage nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass

wenigstens zwei Brennstoffzellenelemente (2) mit unterschiedlichen, katalytischen Belegungen vorge-  
sehen sind.

7. Brennstoffzellenanlage nach einem der vorge-  
nannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass  
die unterschiedlichen Brennstoffzellenelemente (2)  
wenigstens unterschiedliche Mengen der katalyti-  
schen Belegungen aufweisen.

8. Brennstoffzellenanlage nach einem der vorge-  
nannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass  
wenigstens eine Druckerzeugungseinheit (6, 7) zur  
Erzeugung von wenigstens zwei unterschiedlichen  
Arbeitsdrücken vorhanden ist.

9. Brennstoffzellenanlage nach einem der vorge-  
nannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass  
die Druckerzeugungseinheit (6, 7) wenigstens eine  
Hochdruck- (6) und eine Niederdruckerzeugungsvor-  
richtung (7) umfasst.

10. Brennstoffzellenanlage nach einem der vor-  
genannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,  
dass eine Strom geführte Betriebsweise der Brenn-  
stoffzellenanlage vorgesehen ist.

11. Brennstoffzellenanlage nach einem der vor-  
genannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,  
dass eine Wärme geführte Betriebsweise der Brenn-  
stoffzellenanlage vorgesehen ist.

12. Fahrzeug mit einer Brennstoffzellenanlage,  
dadurch gekennzeichnet, dass die Brennstoffzellen-  
anlage nach einem der vorgenannten Ansprüche  
ausgebildet ist.

13. Verfahren zum Betreiben einer Brennstoffzel-  
lenanlage, wobei eine Brennstoffzelleneinheit (1) we-  
nigstens zwei seriell und/oder parallel gekoppelte  
Brennstoffzellenelemente (2) zur Umwandlung von  
chemischer Energie in elektrische Energie umfasst  
und eine elektronische Steuereinheit (11) zur Steue-  
rung der Brennstoffzellenanlage verwendet wird, da-  
durch gekennzeichnet, dass die Brennstoffzellenan-  
lage nach einem der vorgenannten Ansprüche ver-  
wendet wird.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

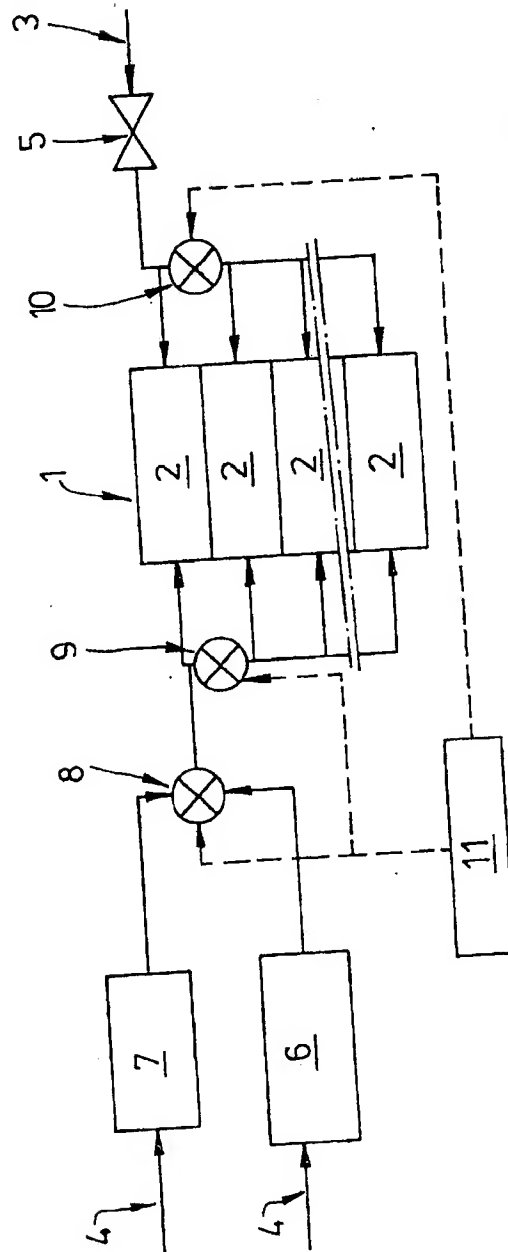


Fig. 1





## TRANSLATION

### German Patent and Trademark Office

Munich, June 25, 2007

Telephone: (089) 2195 - 4348

File ref.: 10 2005 002 196.4-45

Applicant/Proprietor: 6973655

General Motors Corp.

German Patent and Trademark Office · 80297 Munich

Patent Attorneys and Attorneys at Law  
Manitz Finsterwald & Partner GbR  
Martin-Greif-Str. 1  
80336 Munich

Your ref.: G 10400PDE-Cs/Hs

**Please quote the reference and applicant/  
proprietor in all submissions and payments!**

Applicable matters are checked ☒ and/or completed

### Examination request, Date of payment on January 17, 2005

#### Submission of

#### Received on

The further examination of the patent application referenced above has led to the following result.

A period of

**4 month(s)**

is granted for a response. The deadline starts on the day following the date this official letter is received.

With respect to documents which may be enclosed with the response (e.g. description, description parts, patent claims, drawings), **two** copies each on separate sheets of paper will be required. The response itself is only required as a single copy.

If the description, the patent claims or the drawings are changed in the course of the proceedings and if the changes are not proposed by the German Patent and Trademark Office, the Applicant must in each case state the position the invention features described in the new documents are disclosed in the original documents.

### Note on the possibility of a utility model derivation

The applicant of a patent application submitted with effect for the Federal Republic of Germany can submit a utility model application relating to the same object and simultaneously claim the application date of the earlier patent application. This derivation (§5 Utility Model Act) is possible up to the end of a 2-month period from the end of that month in which the patent application was closed by a final rejection, a voluntary withdrawal or a withdrawal fiction, opposition proceedings were concluded or - in the case of the patent being granted - the period for an appeal against the granting decision passed without results. Detailed information on the requirements of a utility model application, including derivation, is contained in the Notice for Utility Model Applicants (G 6181) which can be obtained free of charge from the Patent and Trademark Office and from the Patent Information Centers.

Mail Receiving Dept. and  
Night Letterbox:  
Only  
Zweibrückenstr. 12

Main building  
Zweibrückenstr. 12  
Zweibrückenstr. 5-7 (Breiterhof)  
Mark Departments:  
Cincinnatistr. 64  
81534 Munich

Address (for freight)  
German Patent and Trademark Office  
Zweibrückenstr. 12  
80331 Munich

Phone: (089) 2195-0  
Telefax: (089) 2195-2221  
Internet: <http://www.dpma.de>

Payment receiver:  
Federal Cashier Weiden  
BBk Munich  
Acct. #: 700 010 54  
Code: 200 000 00  
BIC (SWIFT Code): MARKDEF1700  
IBAN DE 54 7000 0000 0070 0010 54

Railway connection  
in the Munich Public  
Transport Network (MVV)



Zweibrückenstr. 12 (Main building)  
Zweibrückenstr. 5-7 (Breiterhof):  
S1 - S8 Isartor

Schwere-Reiter-Strasse 37  
Cincinnatistrasse

1) DE 103 07 856 A1

A fuel cell system can likewise be seen from the post-published reference (1) which comprises at least two fuel cell elements coupled in series and/or in parallel. In this connection, a higher efficiency can be realized, above all in the part load range, via a controller for the control of individual fuel cell elements. The oxidant is compressed by a pressure generation unit and supplied via actuators to the respective cathode spaces. As can be seen from Figure 1, the compressed air flows can be guided out of the compressor or ventilator by specific fuel cell elements. In this connection, specific fuel cell components can also be deactivated (cf. (1), paras. 0014 to 0017 and 0021 to 0023 and 0035).

In a heat operation mode by means of the controller, a control is provided as a function of the heat requirement of the total system. This mode is e.g. of advantage for the heating of individual components. In this process, only one fuel cell element is controlled and the oxidant is likewise only directed into one fuel cell element. However, both fuel cell elements can also be purged with air (cf. (1), paras. 0024 and 0037).

The current claim 1 represents a technical claim. The structure of a fuel cell system described in reference (1) has all the technical features of the current claim 1. For instance, individual fuel cell members can be controlled independently of one another and e.g. compressed air can flow through them. The compressor is naturally driven by the electric energy generated in the fuel cell.

Claim 1 is therefore not allowable due to a lack of novelty.

Claims 2 to 8 dependent on claim 1 also fail with it due to lack of independent significance establishing a patent.

The independent method claim 9 relates to a method of controlling a fuel cell system.

The statements made on claim 1 also apply accordingly to claim 9.

However, in contrast to the prior art found, the method in accordance with claim 9 appears to be novel since a method that provides for the deactivation and purging

using cathode gas of a fuel cell group and the operation of the compressor by another fuel cell group is not pre-described.

Claim 9 and dependent claims 10 to 16 dependent on it appear allowable.

Claim 17 relates to a fuel cell system having the features of claim 1.

The statements made on claim 1 also apply accordingly to claim 17.

A claim having such a control method as its content appears allowable. The characterizing features of the current claim 17, for instance, are all directed to the control of the fuel cell system so that a method of controlling the fuel cell system is thus more precise.

Claims 18 to 22 dependent on claim 17 can follow the claim 17 reworded as a method claim.

If the applicant should still be interested in pursuing the application despite the prior art questioning the novelty of the fuel cell system which stands in the way, a revised claim request must be filed which is based on novelty and inventive step, with it additionally having to be shown where, in the opinion of the applicant, the novelty and inventive step can be derived from.

In contrast, a granting of a patent cannot be envisaged with the currently available documents; the rejection of the application must rather be anticipated if the current claims or claims largely coinciding with them are maintained.

Examiner for Class H 01 M

Dr. V. Rüger  
Extension 4348

Enclosure: copy of 1 citation (1x)

# Deutsches Patent- und Markenamt

München, den 25.06.2007

Telefon: (0 89) 21 95 - 4348

Aktenzeichen: 10 2005 002 196.4-45

Anmelder/Inhaber: 6973655

General Motors Corp.

Deutsches Patent- und Markenamt : 80336 München  
Patent- und Rechtsanwälte  
Manitz, Finsterwald & Partner GbR  
Martin-Greif-Str. 1  
80336 München  
10.07.2007  
Beauftragter: \_\_\_\_\_  
Frist: \_\_\_\_\_  
Abgabe: \_\_\_\_\_

Ihr Zeichen: G 10400PDE-Cs/Hs

Bitte Aktenzeichen und Anmelder/Inhaber bei  
allen Eingaben und Zahlungen angeben!

Zutreffendes ist angekreuzt ☒ und/oder ausgefüllt

**Prüfungsantrag, Einzahlungstag am 17.01.2005**

Eingabe vom

eingegangen am

Die weitere Prüfung der oben genannten Patentanmeldung hat zu dem nachstehenden Ergebnis geführt.

Zur Äußerung wird eine Frist von

**4 Monat(en)**

gewährt. Die Frist beginnt an dem Tag zu laufen, der auf den Tag des Zugangs des Bescheids folgt.

Für Unterlagen, die der Äußerung gegebenenfalls beigelegt werden (z. B. Beschreibung, Beschreibungsteile, Patentansprüche, Zeichnungen), sind je **zwei** Ausfertigungen auf gesonderten Blättern erforderlich. Die Äußerung selbst wird nur in einfacher Ausfertigung benötigt.

Werden die Beschreibung, die Patentansprüche oder die Zeichnungen im Laufe des Verfahrens geändert, so hat der Anmelder, sofern die Änderungen nicht vom Deutschen Patent- und Markenamt vorgeschlagen sind, im Einzelnen anzugeben, an welcher Stelle die in den neuen Unterlagen beschriebenen Erfindungsmerkmale in den ursprünglichen Unterlagen offenbart sind.

## Hinweis auf die Möglichkeit der Gebrauchsmusterabzweigung

Der Anmelder einer mit Wirkung für die Bundesrepublik Deutschland eingereichten Patentanmeldung kann eine Gebrauchsmusteranmeldung, die den gleichen Gegenstand betrifft, einreichen und gleichzeitig den Anmeldetag der früheren Patentanmeldung in Anspruch nehmen. Diese Abzweigung (§ 5 Gebrauchsmustergesetz) ist bis zum Ablauf von 2 Monaten nach dem Ende des Monats möglich, in dem die Patentanmeldung durch rechtskräftige Zurückweisung, freiwillige Rücknahme oder Rücknahmefiktion erledigt, ein Einspruchsverfahren abgeschlossen oder - im Falle der Erteilung des Patents - die Frist für die Beschwerde gegen den Erteilungsbeschluss fruchtlos verstrichen ist. Ausführliche Informationen über die Erfordernisse einer Gebrauchsmusteranmeldung, einschließlich der Abzweigung, enthält das Merkblatt für Gebrauchsmusteranmelder (G 6181), welches kostenlos beim Patent- und Markenamt und den Patentinformationszentren erhältlich ist.

**Dokumentenannahme  
und Nachbriefkasten  
nur  
Zweibrückenstraße 12**

**Hauptgebäude:**  
Zweibrückenstraße 12  
Zweibrückenstraße 5-7 (Breiterhof)  
**Markenabteilungen:**  
Cincinnatistraße 64  
81534 München

**Hausadresse (für Fracht):**  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Zweibrückenstraße 12  
80331 München

**Telefon:** (089) 2195-0  
**Telefax:** (089) 2195-2221  
**Internet:** <http://www.dpma.de>

**Zahlungsempfänger:**  
Bundeskasse Weiden  
BBk München  
Kto.Nr.: 700 010 54  
BLZ: 700 000 00  
BIC (SWIFT-Code): MARKDEF1700



Aus der nachveröffentlichten Druckschrift (1) geht ebenfalls eine Brennstoffzellenanlage hervor, die mindestens 2 seriell und/oder parallel gekoppelte Brennstoffzellenelemente aufweist. Dabei kann über eine Steuereinheit zur Steuerung einzelner Brennstoffzellenelemente ein höherer Wirkungsgrad vor allem im Teillastbereich realisiert werden. Das Oxidationsmittel wird durch eine Druckerzeugungseinheit verdichtet und über Stellglieder den jeweiligen Kathodenräumen zugeführt. Wie der Figur 1 zu entnehmen ist, können die verdichteten Luftströme aus dem Kompressor oder Lüfter durch bestimmte Brennstoffzellenelemente geleitet werden. Dabei können auch bestimmte Brennstoffzellenelemente abgeschaltet sein (vgl. (1) Abs. 0014 bis 0017 und 0021 bis 0023 und 0035 ).

Bei einer Wärme geführten Betriebsweise mittels der Steuereinheit ist eine Steuerung als Funktion des Wärmebedarfs des Gesamtsystems vorgesehen. Diese Betriebsweise ist z. B. zur Beheizung einzelner Komponenten von Vorteil. Dabei wird nur ein Brennstoffzellenelement angesteuert und das Oxidationsmittel wird ebenfalls nur in ein Brennstoffzellenelement geleitet. Über die entsprechenden Ventile können aber auch beide Brennstoffzellenelemente mit Luft gespült werden (vgl. (1) Abs. 0024 und 0037).

Der geltende Anspruch 1 stellt einen Sachanspruch dar. Der in Druckschrift (1) beschriebene Aufbau einer Brennstoffzellenanlage weist alle Sachmerkmale des geltenden Anspruchs 1 auf. So können einzelne Brennstoffzellenelemente unabhängig voneinander angesteuert werden und z. B. mit komprimierter Luft durchströmt werden. Der Kompressor wird dabei natürlich durch die in der Brennstoffzelle erzeugte elektrische Energie angetrieben.

Anspruch 1 ist daher mangels Neuheit nicht gewährbar.

Mit Anspruch 1 fallen auch die auf ihn rückbezogenen Ansprüche 2 bis 8 mangels eigenständig patentbegründender Bedeutung.

Der nebengeordnete Verfahrensanspruch 9 betrifft ein Verfahren zum Steuern eines Brennstoffzellensystems.

Es gelten die Ausführungen, die zu Anspruch 1 gemacht wurden auch sinngemäß für Anspruch 9.

Allerdings erscheint im Gegensatz zum ermittelten Stand der Technik das Verfahren gemäß Anspruch 9 neu, da ein Verfahren, dass die Abschaltung und Spülung mit Kathodengas einer

Brennstoffzellengruppe und den Betrieb des Kompressors durch eine andere Brennstoffzellengruppe vorsieht, nicht vorbeschrieben ist.

Anspruch 9 und die auf ihn rückbezogenen Ansprüche 10 bis 16 erscheinen gewährbar.

Anspruch 17 betrifft ein Brennstoffzellensystem mit den Merkmalen des Anspruchs 1.

Es gelten die Ausführungen, die zu Anspruch 1 gemacht wurden auch sinngemäß für Anspruch 17.

Es erscheint ein Anspruch, der ein derartiges Steuerverfahren zum Inhalt hat, gewährbar. So sind die kennzeichnenden Merkmale des geltenden Anspruchs 17 alle auf die Steuerung der Komponenten des Brennstoffzellensystems gerichtet, so dass ein Verfahren zum Steuern des Brennstoffzellensystems somit präziser ist.

Dem als Verfahrensanspruch umformulierten Anspruch 17 können sich auch die auf ihn rückbezogenen Ansprüche 18 bis 22 anschließen.

Sollte die Anmelderin trotz des entgegenstehenden, die Neuheit des Brennstoffzellensystems in Frage stellenden Standes der Technik an einer Weiterverfolgung der Anmeldung interessiert sein, so ist ein überarbeitetes auf Neuheit und erfinderische Tätigkeit beruhendes Anspruchsbegehren einzureichen, wobei zusätzlich darzulegen ist, woraus nach Ansicht der Anmelderin die Neuheit und erfinderische Tätigkeit herleitbar ist.

Mit den derzeit vorliegenden Unterlagen kann dagegen eine Patenterteilung nicht in Aussicht gestellt werden, vielmehr ist bei Aufrechterhaltung der geltenden oder damit weitgehend übereinstimmender Ansprüche mit der Zurückweisung der Anmeldung zu rechnen.

Prüfungsstelle für Klasse H 01 M



Dr. V. Rüger  
Hausruf 4348

Anlage: Abl. v. 1 Entgegenhaltung (1-fach)